

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА  
ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ ВІЙСЬКОВОЇ  
ПІДГОТОВКИ**

**КАФЕДРА  
ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ПІДГОТОВКИ**

**ПРЕДМЕТ**  
**“ОСНОВИ ПОБУДОВИ ВІЙСЬКОВИХ**  
**ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ”**

**ТЕМА 12. ВИМІРЮВАННЯ**  
**НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ І ПЕРЕШКОД.**

**ЗАНЯТТЯ 2 ВИМІРЮВАННЯ**  
**ПОТУЖНОСТІ І НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ**  
**НАДЗВИЧАЙНО ВИСОКОЧАСТОТНИХ**  
**(НВЧ) СИГНАЛІВ.**

## **НАВЧАЛЬНА МЕТА:**

**1. РОЗГЛЯНУТИ ПОРЯДОК РОБОТИ З ВИМІРЮВАЧАМИ ПОТУЖНОСТІ.**

**2. ПОРЯДОК РОБОТИ З ВИМІРЮВАЧАМИ НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ.**

# **ВИХОВНА МЕТА:**

- 1. ВИХОВУВАТИ У СТУДЕНТІВ  
ДИСЦИПЛІНОВАНІСТЬ І КУЛЬТУРУ  
ПОВЕДІНКИ.**
- 2. ВИХОВУВАТИ ВПЕВНЕНІСТЬ І  
ВИНАХІДЛИВІСТЬ ПРИ ВИВЧЕННІ  
МАТЕРІАЛУ**
- 3. ВИХОВУВАТИ І РОЗВИВАТИ ТВОРЧИЙ  
ПІДХІД ПРИ ВИВЧЕННІ МАТЕРІАЛУ.**

# НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ

1. РОБОТА З ВИМІРЮВАЧАМИ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ.
2. РОБОТА З ВИМІРЮВАЧАМИ ІМПУЛЬСНОЇ, СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ.
3. РОБОТА З ВИМІРЮВАЧАМИ НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ.

# ПИТАННЯ І

## РОБОТА З ВИМІРЮВАЧАМИ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

## Підготовка до роботи

1. Перемикач СЕТЬ поставити в нижнє положення, т.б. **ВЫКЛЮЧЕНО**;
2. Перемикач напруги мережі встановити в положення, яке відповідає напрузі мережі живлення.
3. Заземлити корпусну клему.
4. Провід живлення увімкнути в мережу живлення.
5. Всі кнопки перемикача ПЕРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ повинні бути вимкнені.
6. Ручку ГРУБО, УСТАНОВКА НУЛЯ повернути вліво до кінця.
7. Перемикач СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕРМИСТОРА встановити в положення 150 Ом.
8. Встановити механічним коректором стрілку відлікового прилада на нуль.

## Порядок роботи

- 1. Перемикач СЕТЬ поставити у верхнє положення, при цьому засвічується індикаторна лампочка.**
- 2. Поставити перемикач ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ в положення 10 мВт і ручками УСТАНОВКА НУЛЯ збалансувати міст.**
- 3. Прогріти міст протягом 15 хв.**
- 4. ВЧ блок вимірювача підключити до джерела вимірюваної потужності, ВЧ перемикач поставити в положення 0.**



## Проведення вимірювань

- 1. Після прогрівання ватметра перевірити і , якщо це потрібно, встановити нуль ватметра і перевести ВЧ перемикач в одне з положень -1, або - 100.**
- 2. При цьому, якщо величина вимірюваної потужності невідома, то обов'язково в положення - 100.**
- 3. Якщо на межі 10 мВт важко визначити рівень вимірюваної потужності, то потрібно провести оцінку рівня потужності на менших межах, при цьому попередньо встановити нуль на них.**
- 4. Визначивши рівень вимірюваної потужності, перевести вимірювання потужності за шкалою.**

**5. Вимірювана потужність обчислюється згідно з формулою:**

$$P_{\text{ВИМ}} = \frac{P_{\text{ВІДЛ}}}{K_e} - 2,5 \text{ мкВт}$$

(ВЧ перемикач в положенні -1), (1)

або

$$P_{\text{ВИМ}} = \frac{P_{\text{ВІДЛ}}}{K_e} \cdot K_d$$

(ВЧ перемикач в положенні – 100 )

де  $P_{\text{ВИМ}}$  - вимірювана потужність;

$P_{\text{ВІДЛ}}$  - потужність, яка відрахована за шкалою;

$K_e$  - коефіцієнт ефективності ВЧ перемикача, який вказаний в НТД на ЗВ;

$K_d$  - коефіцієнт поділу ВЧ перемикача в разях, який вказаний в НТД.

**Значення  $K_d$  і  $K_e$  на частотах, які не вказані в НТД, визначаються методом лінійної інтерполяції.**

**В основну похибку ватметра, яка вказана в технічних характеристиках не входить похибка за рахунок неузгодження.**

**Щоб з результатів вимірювань виключити похибку за рахунок відбиттів від входу ватметра, потрібно виміряти  $K_{CTUBX}$  на вході ватметра і результати вимірювань потужності помножити на поправочний коефіцієнт**

$$K = \frac{\left( K_{CTUBX}^{(3)} + 1 \right)^2}{4K_{CTUBX}}$$

**де  $K_{CTUBX}$  - коефіцієнт стоячої хвилі входу ВЧ перемикача.**

**Якщо потрібно знати межі, в яких знаходиться похибка за рахунок неузгодження всього вимірювального тракту, потрібно використати нерівність**

$$\left[ \frac{K_{CTUBX} (K_{CTUG} \cdot K_{CTUH} + 1)}{K_{CTUH} (K_{CTUG} + K_{CTUBX})^2} - 1 \right] \cdot 100\% \geq 6\delta P \% \geq \left[ \frac{K_{CTUBX} (K_{CTUG} \cdot K_{CTUH})^2}{K_{CTUH} (K_{CTUG} + K_{CTUBX} + 1)^2} - 1 \right] \cdot 100\%$$

**де  $\delta P\%$  - похибка за рахунок неузгодження;**

**$K_{CTUG}$  - коефіцієнт стоячої хвилі виходу генератора;**

**$K_{CTUH}$  - коефіцієнт стоячої хвилі реального навантаження, замість якого вмикається МЗ-28 для вимірювання потужності.**

# ПИТАННЯ ІІІ

## РОБОТА З ВИМІРЮВАЧАМИ НАПРУЖЕНОСТІ ПОЛЯ

## Загальні вказівки з експлуатації

**Під час експлуатації вимірювача потрібно пам'ятати, що перетворювачі чутливі до перенавантажень, які можуть привести до пошкодження їх. Тому перетворювачі не можна підключати до ВЧ - тракту, де потужність перевищує 5 мВт для хвилевідних і 10 мВт для коаксіальних перетворювачів.**

**Під час балансування і калібрування джерело випромінювання повинне бути вимкнене. Якщо джерело випромінювання вимкнути не можна, то при роботі з рупорною антеною, розкриті антени потрібно закрити кришкою, а при роботі з логоперіодичною антеною замикач поставити в положення КАЛИБРОВКА.**

**Під час експлуатації вимірювача і його повірці потрібно дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з НВЧ випромінюванням. При інтенсивності випромінювання ( понад 10 мкВт/см<sup>2</sup>) потрібно застосовувати захисні засоби (захисні окуляри, спецкостюм, поглинаючі і захисні екрани).**

## Підготовка до роботи

Перед вимірюванням потрібно знати не тільки частотний діапазон, але і мати уяву про приблизний рівень густини потоку енергії. Якщо густина потоку енергії невідома, або рівень великий, то потрібно вмикати коаксіальний атенюатор з максимальним послабленням в діапазоні частот 0,3...5,64 ГГц, хвилевідний атенюатор в діапазоні частот 5,64...16,70 ГГц, а понад 16,70 ГГц застосовувати антену з меншою ефективною поверхнею. Також у цьому випадку рекомендується користуватись кришкою, яка закриває вхід хвилевідної антени. Поступово відкриваючи вхід антени і вимірюючи енергію, можна практично уникнути перенавантажень і виходу з ладу перетворювача.



**При підготовці до роботи мосту термісторного з блоком живлення від мережі потрібно:**

- перемикач СЕТЬ поставити в нижнє положення, т.б. ВЫКЛЮЧЕНО;**
- перемикач напруги мережі встановити в положення, яке відповідає напрузі мережі живлення;**
- заземлити корпусну клему;**
- провід живлення увімкнути в мережу живлення;**
- всі кнопки перемикача ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ повинні бути вимкнені;**
- ручку ГРУБО, УСТАНОВКА НУЛЯ повернути вліво до кінця;**
- встановити механічним коректором стрілку відлікового приладу на нуль;**

## Порядок роботи

**Підготовка до проведення вимірювань.**

**Перемикач СЕТЬ поставити у верхнє положення, при цьому засвічується індикаторна лампочка.**

**Підключити потрібний перетворювач до клем  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ  
ТЕРМИСТОРНЫЙ.**

**Перемикач СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕРМИСТОРА встановити в положення, яке відповідає робочому опору використованого перетворювача.**

**Прогріти міст протягом 30 хв.**

**ВЧ блок вимірювача привести до робочого стану.**

## Проведення вимірювань

**Вмикається джерело випромінювання. Виконується орієнтування антени на максимум випромінювання за допомогою поворотної головки.**

**Максимум випромінювання відповідає максимальному показу вимірювача.**

**При малих рівнях ВЧ поля настроювання на максимум повинно проводитись на менших межах.**

**Зашкалювання приладу свідчить про недопустиме перенавантаження перетворювача. У цьому випадку потрібно зменшити рівень ВЧ потужності шляхом увімкнення додаткового атенюатора.**

**Для попередження виходу з ладу термістора орієнтацію антени на максимум треба проводити обережно.**

**При зміні діапазону вимірювання менше 5 мВт потрібно збалансувати міст.**

**Після визначення потрібної межі вимірювання і точного балансування можна проводити вимірювання.**

**Густина потоку енергії  $W$  визначається так:**

**В діапазоні частот 0,3...5.64 ГГц при вимірюванні малих рівнів**

**густини потоку енергії**

**(5)**

**де  $P$  - покази термісторного мосту, мкВт;**

**$S$  - ефективна поверхня антени, яка застосовується для вимірювань Пб-16А, Пб-31, Пб-32, (значення в НТД).**

**$n$  - послаблення атенюатора, який застосовується для вимірювань в разях.**

**В діапазоні частот 5,64 - 17,70 ГГц**

**(6)**

**де  $P$  - покази термісторного мосту, мкВт;**

**$S$  - ефективна поверхня антени, яка  
застосовується при вимірюваннях (НТД).**

**$K$  - коефіцієнт ефективності термісторних  
перетворювачів М5-44, М5-45.**